29. APRIL 1927

FUNK BASTLER

HEFT 18

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E.V.

Die mechanische Kopplung der Abstimmittel

Eine notwendige Ergänzung des Neutrodyne-Mehrkreisempfängers.

Von **Dipl.-Ing. Rudolf Rechnitzer.**

Die schwierige Bedienung des Neutrodyne-Mehrkreisempfängers ist ein Nachteil, der jedoch durch die zwangläufig gemeinsame Abstimmung der drei Drehkondensatoren beseitigt werden kann.

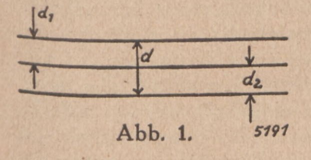


Abb. 1.

Natürlich erfordert die Kopplung der Drehkondensatoren in mechanischer wie auch elektrischer Hinsicht die größte Sorgfalt. Dies ist dem Funkfreund, der nicht über entsprechende Einrichtungen verfügt, lästig, der Industrie wieder, die gezwungen ist, infolge der Wirtschaftslage so billig wie möglich zu fabrizieren, zu teuer. Infolgedessen begegnen wir in Deutschland solchen Ausführungen nur selten. Erst allmählich scheint sich der Standpunkt durchzusetzen, daß, wie dem Superhet ein Satz von elektrisch einwandfreien Zwischenfrequenztransformatoren gebührt, so dem Neutrodyne-Mehrkreisempfänger ein Satz einwandfrei gekoppelter Drehkondensatoren.

Die meistens für den Selbstbau einfachste Lösung des Problems ist die Kopplung mittels Seilscheibe[1]). Diese Methode soll im folgenden in Anwendung auf die drei Drehkondensatoren eines Neutrodyne-Tertiärempfängers erläutert werden.

Zunächst brauchen wir drei mechanisch gut ausgeführte, möglichst kapazitätsgleiche Drehkondensatoren mit je einer Feineinstellplatte oder besonderem Feineinstellkondensator. Zu beachten ist, daß das Lamellenmaterial leicht richtbar (z. B. Aluminiumblech) sein muß und daß der Plattenabstand nicht allzu klein sein darf. Nun richten wir, wenn nötig, die Drehkondensatoren aus. Dies ist nicht nur wegen Schlußgefahr notwendig, sondern um bei allen drei Kondensatoren eine für alle Einstellungen gleiche Kapazität zu erhalten. Das machen wir auf Grund folgender Überlegung.

Nach oberflächlicher Betrachtung scheint es gleichgültig zu sein, ob die beweglichen Platten genau in der Mitte zwischen den festen Platten laufen oder nicht. So steht aber die Sache nicht. Nehmen wir als Beispiel zwei feste Platten und eine bewegliche (Abb. 1).

$$C = C_1 + C_2, \quad C_1 = \frac{\varepsilon F}{4\pi d_1} = \frac{k}{d_1}, \quad C_2 = \frac{\varepsilon F}{4\pi d_2} = \frac{k}{d_2},$$

$$d_1 = d - d_2, \quad C = k\left(\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2}\right) = k\left(\frac{d_1 + d_2}{d_1 \cdot d_2}\right),$$

$$C = k\,\frac{d}{d\,d_2 - d_2^2}.$$

Die graphische Abbildung der Gleichung zeigt Abb. 2. Die Kurve hat ein ziemlich breites Minimum bei $d_1 = d_2 = \frac{d}{2}$. Von dieser Mittelstellung können wir $\sim \pm \frac{1}{16}\,d$ abweichen, ohne die Kapazität stark zu ändern. Daraus folgt bei genügend großem Plattenabstand die Möglichkeit der praktisch hinreichenden Übereinstimmung der Drehkondensatoren, aber auch die Schwierigkeit, eine v o l l k o m m e n e Übereinstimmung der Eichkurven zweier Drehkondensatoren zu erreichen. Diesen Satz müssen wir festhalten, um später bei der Behandlung der Feineinstellungsfrage darauf zurückgreifen zu können.

Wir messen nun die Kapazität der Drehkondensatoren. Vorläufig genügt die Messung der Maximalkapazitäten. Dazu brauchen wir eine Kapazitätsmeßbrücke mit großer Genauigkeit.

Meistens stellen wir fest, daß die Maximalkapazität der drei Drehkondensatoren nicht übereinstimmt. Beträgt die Abweichnung höchstens 80 bis 100 Feineinstellgrade des Vergleichsmeßkondensators (die Feineinstellplatten sind während

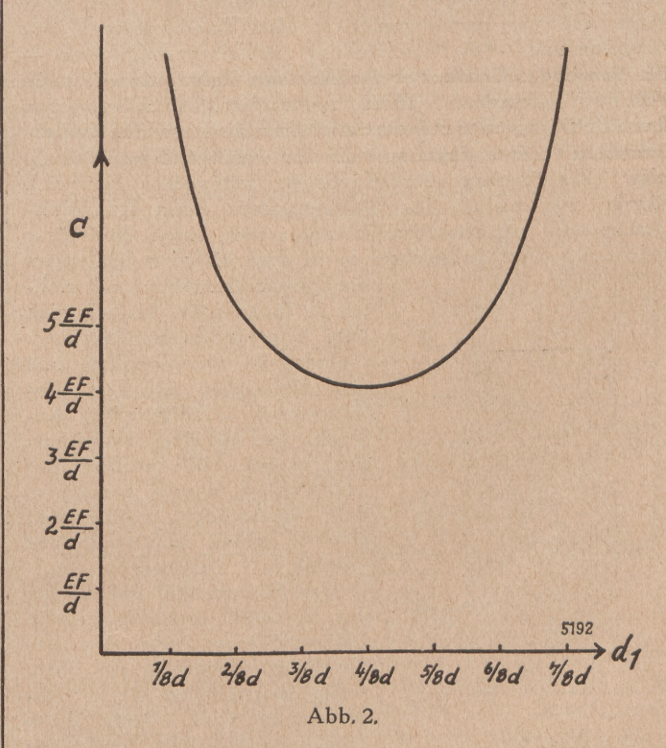


Abb. 2.

der ganzen Messung eingedreht und werden nicht geändert!), so können wir durch Abbiegen oder Herandrücken der obersten und untersten Lamelle mit nachfolgendem Ausrichten die Kapazität verändern. Sind aber größere Abweichungen festzustellen, so nehmen wir ein anderes Exemplar.

Jetzt können wir die Montage auf einer Frontplatte, die sich nicht verziehen kann, beginnen. Der mittlere Dreh-

[1]) Bezüglich der anderen Methoden verweisen wir auf die reichhaltige amerikanische Literatur, z. B. „Radio News", März, April 1926.

kondensator erhält eine Doppelscheibe nach Abb. 3a. Die beiden anderen je eine Einfachscheibe, die mit je einem der Doppelscheiben eine zur Frontplatte parallele Ebene bilden. Als Verbindungsseil benutzen wir ein Material, das biegsam,

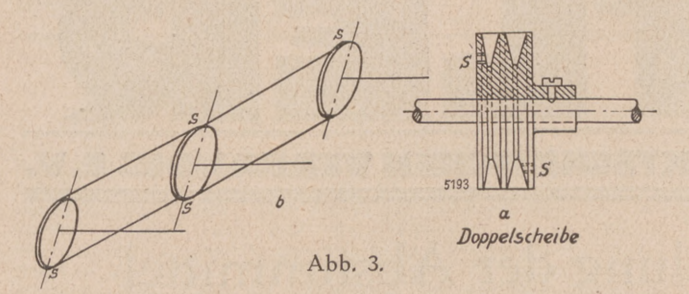


Abb. 3.

geschmeidig, aber nicht dehnbar ist , z. B. dünne Antennenlitze. Diese wird angelegt, möglichst stramm angezogen und die Enden ungefähr in der Mitte zwischen den Drehkondensatoren zusammengelötet. Als Verbindungsstück verwenden wir vorteilhaft ein kurzes Messingröhrchen (Rohrniet) nach Abb. 4. Diese Lötstelle bedingt auch den Mindestabstand der Kondensatorenachsen, der größer sein muß als d π, wobei unter d der Rillendurchmesser der Seilscheiben zu verstehen ist.

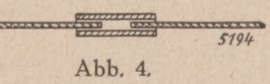


Abb. 4.

Zur Sicherung gegen ein Verrutschen des Seiles dient an jeder Scheibe eine konische Stiftschraube, die aber an richtigen Stellen angebracht werden muß (Abb. 3 b mit „s" bezeichnet). Die Ausführung einer solchen Sicherung zeigt Abb. 5 in vergrößertem Maßstabe.

Nun ist festzustellen, ob die Kennlinien der bereits gekoppelten Drehkondensatoren wenigstens annähernd übereinstimmen. Zu diesem Zwecke benutzen wir eine gute Spule, die wir nacheinander an den Kondensatoren anschließen und — bei Mittelstellung der Feineinstellplatten — die jeweilige Größe der Ausschläge des Galvanometers nach Abb. 6 beobachten. Sind sie nicht gleich, so können wir durch Betätigung der Feineinstellplatten die Resonanz wiederherstellen und daraus auf die notwendige Vergrößerung oder Verkleinerung der Kapazität schließen. Natürlich können wir anstatt des Wellenmessers einen Rundfunksender und anstatt des Galvanometers einen Kopfhörer benutzen. Wir vergleichen so in drei bis vier Stellungen die Kapazitätswerte und richten so lange nach, bis wir eine gute Übereinstimmung erzielen.

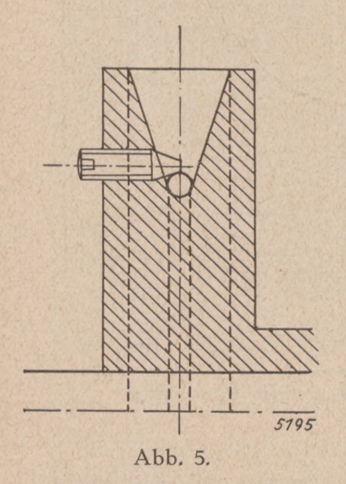


Abb. 5.

Damit ist die Kopplung und das Abgleichen der Drehkondensatoren erledigt. Wir beginnen nun mit dem Abgleichen der Spulen. Wir wollen hier ausdrücklich darauf hinweisen, daß äußerlich vollkommen gleiche Spulen elektrisch ganz erhebliche Differenzen aufweisen können und daß wegen des Einflusses der Zuleitungen, Leitungsführung usw. die Abgleichung unbedingt in dem fertig geschalteten Gerät vorgenommen wird. Auch diese Abgleichung erfolgt nach der in Abb. 6 skizzierten Methode. Es muß darauf geachtet werden, daß sich bei dieser Messung die Feineinstellungen in der Mittelstellung befinden.

Auch die Eichung nach Wellenlängen oder Kilohertz kann gleich vorgenommen werden. Die Methode ist aber wegen der veränderlichen Summerkapazität nur bedingt richtig. Am sichersten ist der Empfang einer bekannten Wellenlänge.

Zum Schluß dieses Aufsatzes müssen wir noch die Frage der Notwendigkeit der Feineinstellungen erörtern. Das Bestreben, auch diese letzten Überbleibsel der Mehrfacheinstellung zu beseitigen, ist verständlich. Diese Vereinfachung ist aber meines Erachtens nicht mehr angängig, denn die Feinkondensatoren haben zwei Aufgaben zu erfüllen, erstens

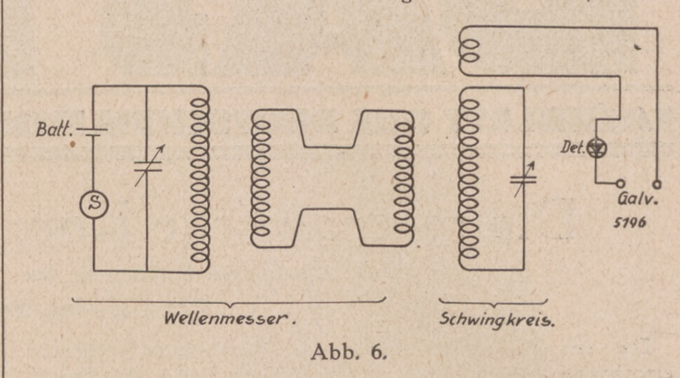


Abb. 6.

Feineinstellung, zweitens Korrektion. Fehlen sie, so können wir aus dem Apparat nicht die Höchstleistung herausholen. Meistens wird bei solchen Apparaten die aperiodische Antennenkopplung angewendet. Der erste Kreis erleidet also Verstimmungen infolge der variablen Kopplung, die unabhängig von den anderen Kreisen eingeholt werden müssen. Die Korrektion im ersten Kreise ist also unentbehrlich. Im Gitterkreise des Audions liegen die Verhältnisse wegen der verstimmenden Wirkung der Rückkopplung ähnlich.

Ein Vorschlag, der aus Amerika stammt, bringt eine recht bestechende Vereinfachung. Eine kritische Betrachtung des Vorschlages zeigt aber, daß die Anwendung sehr beschränkt ist. Abb. 7 zeigt die Schaltung. Wir sehen sofort, daß die gemeinsame Feineinstellung lediglich zur Korektion dient, aber nicht dadurch, daß sie die Abstimmung λ_1 des einen Kreises an die des anderen heranbringt, sondern daß eine mittlere Abstimmung λ_3 resultiert. Die Kreise sind jetzt aufeinander abgestimmt, aber nicht auf die Empfangswelle, wenn der Zufall es nicht gerade so ergibt.

Entweder lassen wir also die Feineinstellungen ganz weg und verwenden eine Übersetzung für die Grobeinstellung. Für Mittelleistungen bei sorgfältig ausgeführter Kopplung ist die Lösung ausreichend. Die amerikanische Industrie hat größtenteils diesen Weg beschritten, die Resonanzkurven etwas verflacht und den Verlust durch Erhöhung der Röhrenzahl wettgemacht.

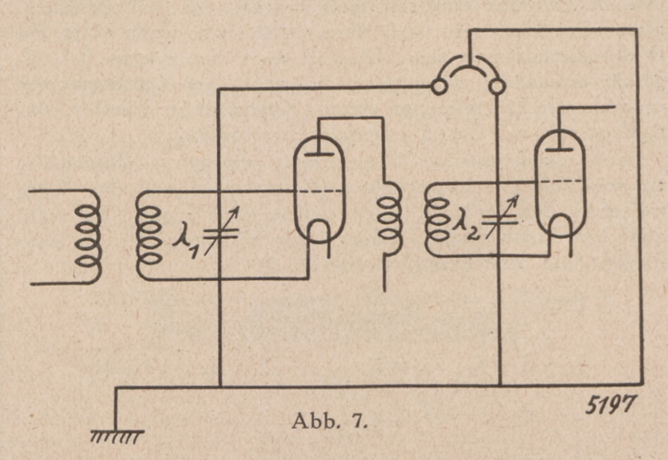


Abb. 7.

Um aber Höchstleistungen — vor allem in bezug auf Selektivität — hervorzubringen, nehmen wir die Feineinstellung in Kauf.

Die Entscheidung „Neutrodyne" oder Superheterodyne ist also von der Bedienungsfrage durch Anwendung der mechanischen Kopplung der Schwingungskreise in gewissem Grade unabhängig.



Ein Vierröhrengerät in T. A. T.-Schaltung

Von
Dr. W. Heinze.

Die Hauptschwierigkeit, die bei der Konstruktion eines Hochfrequenzverstärkers für Rundfunk- und noch kürzere Wellen zu überwinden ist, rührt von der inneren Röhrenkapazität her. Zur Überwindung dieser Schwierigkeit hatten wir bei allen bisher in dieser Reihe betrachteten Empfängern[1]) die Kopplungsglieder je zweier aufeinanderfolgender Röhren abstimmbar und dadurch die Röhren- bzw. Schaltungskapazitäten unschädlich gemacht. Dieses Mittel muß stets angewandt werden, wenn man überhaupt eine wirksame Hochfrequenzverstärkung erzielen will, gleichgültig, ob es sich um eine Spannungsverstärkung, bei der das abstimmbare Glied zwei aufeinanderfolgenden Röhren gemeinsam ist, oder um eine Leistungsverstärkung handelt, bei der die Kopplung durch einen Transformator vorgenommen wird.

Im ersten Falle soll durch die Ausnutzung des großen Resonanzwiderstandes eines derartigen Kreises ein äußerer Widerstand geschaffen werden, der groß ist gegen den inneren Röhrenwiderstand, im zweiten dient er zur Erreichung eines genügend großen Gitterwiderstandes. Es konnten dabei zwei Wege eingeschlagen werden, indem entweder die Abstimmung durch einen veränderlichen Kondensator für jede Wellenlänge gesondert vorgenommen oder aber, indem die Induktivität des Schwingungskreises so groß gemacht wurde, daß sie allein mit der inneren Röhrenkapazität Resonanz ergab, wobei dann durch Einführung von Ohmschem Widerstand die Abstimmkurve in geeigneter Weise verbreitert wurde.

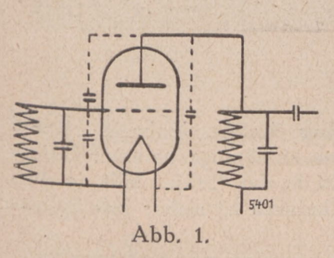


Abb. 1.

Die oben erwähnte Schwierigkeit ist auch der Grund dafür, warum wir auf die Beschreibung eines Empfängers mit sogenannten aperiodischen Hochfrequenztransformatoren verzichten, da die dabei zu überwindenden Schwierigkeiten sehr groß sind und außerdem die Röhrenzahl bedeutend erhöht werden muß, so daß der Erfolg in keinem Verhältnis zur aufgewendeten Leistung steht.

Daß die an sich nicht große Verstärkung bei der Hochfrequenzverstärkung nicht so sehr zum Ausdruck kommt, liegt daran, daß die Erhöhung der Lautstärke gleich dem Quadrat der wirklichen Verstärkung ist, da das Audion ein quadratisches Empfindlichkeitsgesetz hat. Eine n-fache Hochfrequenzverstärkung ersetzt also eine n^2-fache Niederfrequenzverstärkung. Hierbei ist unter Verstärkung das Verhältnis der Hochfrequenzamplituden am Gitter der Audionröhre mit und ohne Hochfrequenzverstärkung verstanden. Ist dieses Verhältnis V, so hat man ohne die Verstärkung die Lautstärke $L = c \cdot a^2$, wobei c eine Konstante und a die Empfangsamplitude ist, während bei zwischengeschalteter Hochfrequenzverstärkung die Lautstärke $L' = c\,(V\,a)^2$ sich ergibt.

Die Lautstärkenerhöhung wird also $L'/L = V^2$.

Die mehrstufige Hochfrequenzverstärkung erscheint deswegen sehr vorteilhaft, und der Gedanke, zur Erzielung größtmöglicher Verstärkung dabei das Resonanzprinzip anzuwenden, liegt nahe. Ein Versuch in der angedeuteten Richtung zeigt jedoch, daß man damit nicht zu dem gewünschten Ziele kommt, und zwar deswegen nicht, weil der Empfänger ins Selbstschwingen gerät, bevor man überhaupt vollkommen auf die gewünschte Wellenlänge abgestimmt hat. Wir sehen uns damit vor eine zweite Schwierigkeit gestellt, nämlich diese unbeabsichtigte Rückkopplung —

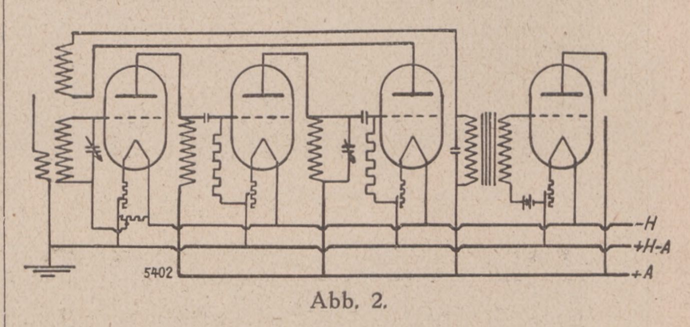


Abb. 2.

denn nur von einer solchen kann das Selbstschwingen herrühren — zu umgehen. Es wird also Energie vom Anodenkreis auf den Gitterkreis zurück übertragen. Da die Selbsterregung auch beim Fehlen jeder besonderen äußeren Rückkopplung eintritt, wird der Rückkopplungskanal in der Röhre selbst zu suchen sein; er kann aus diesem Grunde nur kapazitiv sein. Zeichnen wir uns noch einmal eine zweistufige Verstärkerschaltung mit den zugehörigen Röhrenkapazitäten auf (Abb. 1), so erkennen wir, daß wir zwar durch die abgestimmten Kreise die Gitter—Kathoden- und die Anoden—Kathoden-Kapazität unschädlich gemacht haben, daß aber immer noch die Anoden—Gitter-Kapazität der Röhre wirksam ist und daß in ihr die Ursache der inneren Rückkopplung und damit der Selbsterregung liegen muß. Obwohl die Kapazität sehr klein ist, reicht die durch sie auf den Gitterkreis übertragene Energie aus, um den Empfänger zum Schwingen zu bringen. Die Schaltung wird auch benutzt, um Sendeschwingungen größerer Leistung zu erzeugen (Huth-Kühn-Schaltung). Dabei sind die Schwin-

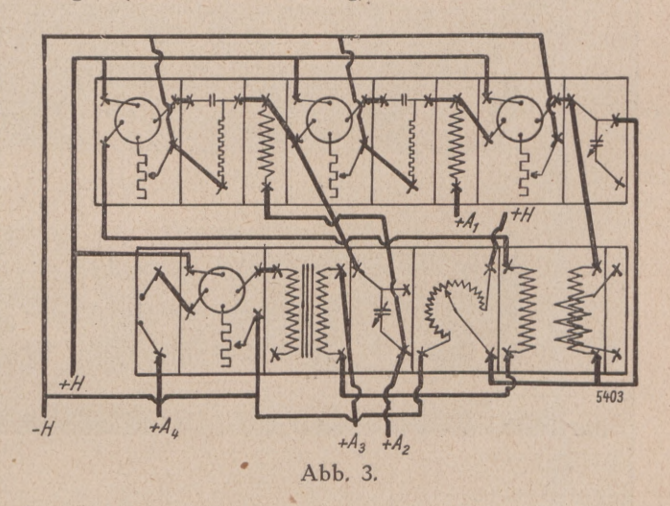


Abb. 3.

gungen nicht nur auf das Gebiet beschränkt, wo die Eigenschwingung des Gitterkreises mit der des Anodenkreises übereinstimmt, sondern erstrecken sich, wenn auch in geringerem Maße, auf ein größeres Gebiet in der Nähe der Gleichheit. In der Natur der inneren Rückkopplung liegt es, daß sich die Selbsterregung nie vermeiden läßt, sobald abgestimmte Kreise verwendet werden; denn die entstehende Schwingung besitzt, wie eine sehr umfangreiche Rechnung erkennen läßt, eine Frequenz, die kleiner ist als jede der beiden Eigenfrequenzen der abgestimmten Kreise. Gitter- und Anodenkreis wirken also für diese Frequenz

[1]) Vgl. die Aufsätze im „Funk-Bastler", Heft 37, Jahr 1926: „Ein Detektorgerät mit Hochfrequenzverstärkung"; Heft 44, Jahr 1926: „Ein Dreiröhrengerät"; Heft 50, Jahr 1926: „Ein Dreiröhrengerät mit abgestimmtem Hochfrequenztransformator"; Heft 6, Jahr 1927: „Ein Dreiröhrengerät in Leithäuser-Schaltung", und Heft 8, Jahr 1927: „Ein Vierröhrengerät mit Drosselspulenkopplung".

wie eine Induktivität, es ist daher ohne weiteres die für die Selbsterregung notwendige Phasenverschiebung von 180° von Gitter- und Anodenwechselspannung vorhanden. Durch den Gitterschwingungskreis wird dabei ein dem großen Kapazitätswiderstand entsprechender Induktionswiderstand geliefert. Es ist klar, daß die Schwierigkeiten mit zunehmender Zahl der Röhren wachsen.

Wenn, wie oben auseinandergesetzt, die Abstimmung sowohl des Gitter- als auch des Anodenkreises auf die gleiche Wellenlänge für das Selbstschwingen verantwortlich zu machen ist, so folgt als einfachstes Mittel zur Abhilfe die Vermeidung einer solchen Abstimmung. Daraus würde sich aber eine derartige Herabsetzung der Verstärkung ergeben, daß eine solche Schaltung sehr unwirtschaftlich wäre. Einen Weg aus diesem Dilemma zeigt die in Abb. 2 dargestellte Schaltung.

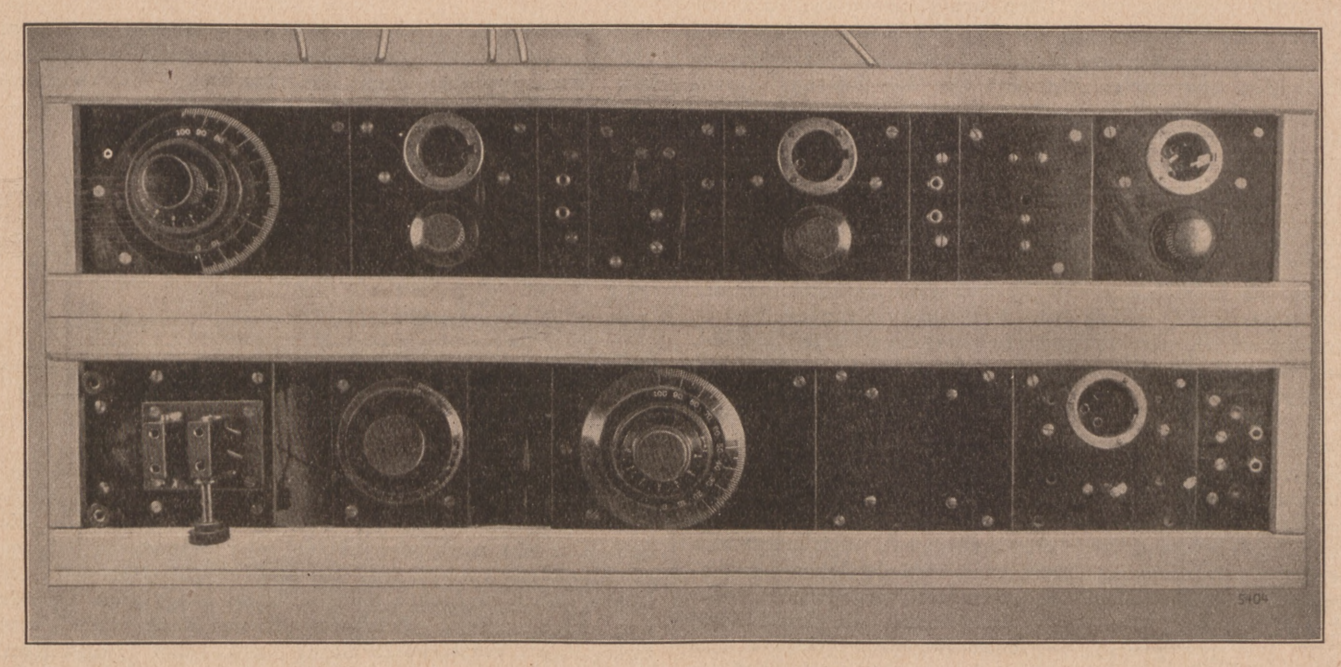


Abb. 4.

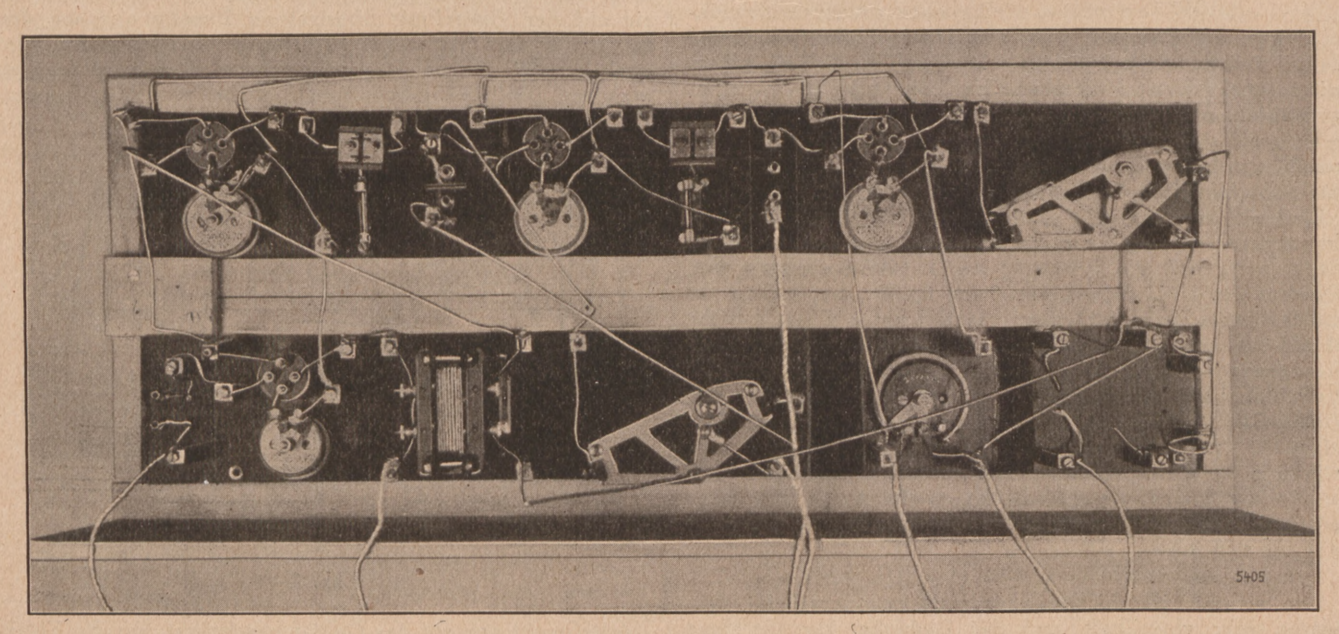


Abb. 5.

Das Kennzeichnende dabei ist, daß stets auf einen abgestimmten Kreis ein nicht abgestimmter folgt; es ist also der Gitterkreis der ersten Röhre abgestimmt, der Anodenkreis dieser Röhre, der gleichzeitig Gitterkreis der zweiten ist, ist nicht abgestimmt, wohl aber ihr Anodenkreis. Dabei muß an sich die Eigenwelle des nicht abgestimmten Kreises so gelegt werden, daß sie nicht in das Gebiet fällt, in dem man zu empfangen wünscht. Dadurch ist sicher jede Selbsterregungsgefahr vermieden, man muß dann jedoch eine Verminderung der Verstärkung in Kauf nehmen, als Folge des nicht abgestimmten Anodenkreises der ersten Röhre.

Eine andere Möglichkeit, durch die dieser Mangel größtenteils beseitigt wird, ergibt sich aus der Überlegung, daß die Selbsterregung auch durch zusätzliche Dämpfung verhindert werden kann. Im vorliegenden Falle gibt man zu diesem Zwecke der Anodenspule der ersten Röhre einen

gewissen Ohmschen Widerstand, indem man sie aus ziemlich dünnem Kupferdraht herstellt. Man kann jetzt zur Erzielung größerer Verstärkung die Eigenschwingung dieser Spule in das zu empfangende Wellenlängengebiet legen. Um auch jetzt noch einen größeren Wellenbereich wirksam empfangen zu können, muß man entweder die Spule auswechselbar machen oder aber durch Anbringung mehrerer Anzapfungen die Windungszahl verändern können, so daß man sich stets in der Nähe der Eigenschwingung der Spule befindet. Man hat auf diese Weise den Vorteil, daß man 150 Windungen von 0,15 mm starkem Kupferdraht, die auf einem Körper von 70 mm Durchmesser aufgebracht sind. Von der 70. Windung an ist jede 10. Windung an einen Umschalter geführt, so daß eine stufenweise Regelung der Windungszahl von 10 zu 10 Windungen möglich ist. Die Spulenlänge beträgt etwa 50 mm. Die zu jeder Kondensatorstellung gehörige Stellung des Umschalters muß ausprobiert werden.

Die verwendeten Röhren sind für die erste und zweite Stufe RE 144, für die dritte RE 064 und für die vierte RE 154.

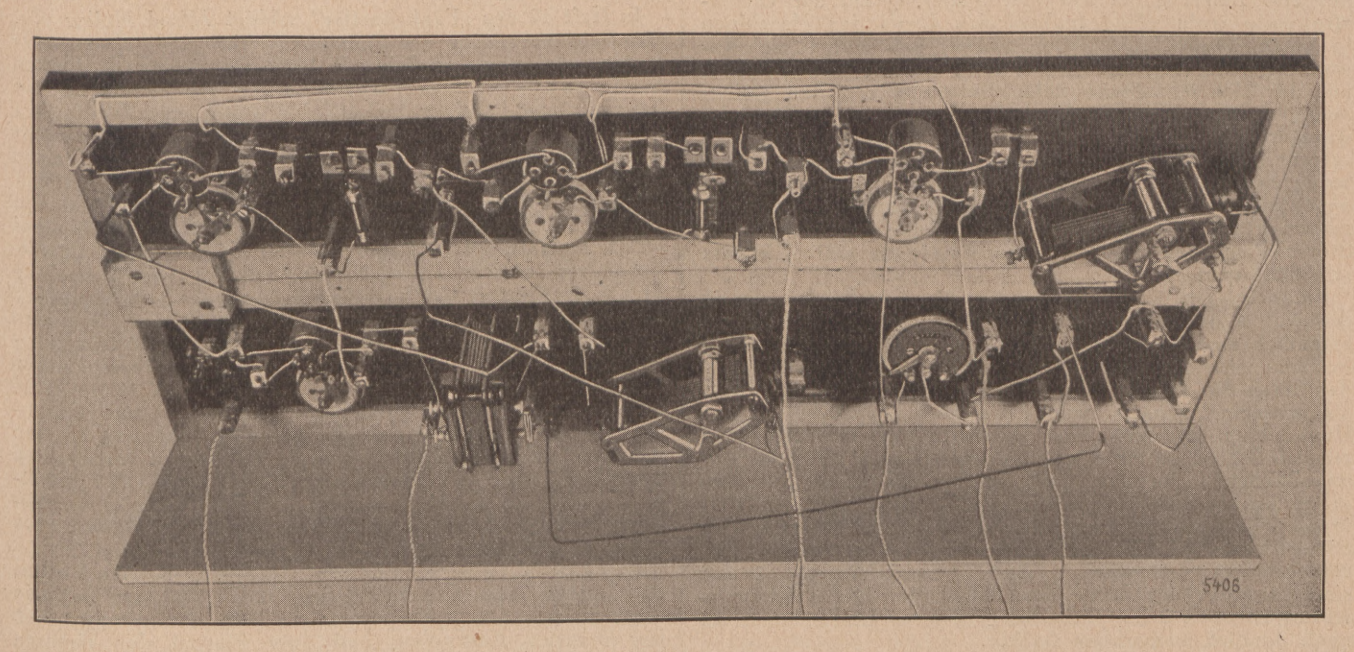


Abb. 6.

außer dem stufenweise veränderlichen Umschalter stets nur zwei Handgriffe zu bedienen hat.

Ein ebenfalls sehr sicheres Mittel zur Unterdrückung der Selbsterregung besteht darin, daß man dem Gitter eine positive Vorspannung gibt. Wendet man dieses Mittel auf die erste Röhre an und wählt die Vorspannung nicht zu groß, so ist es unbedenklich, da infolge der kleinen Empfangsamplitude das betreffende Kennlinienstück als gerade angesehen werden kann. In den folgenden Stufen führt seine Anwendung zu unangenehmen Verzerrungen, da dann die Krümmung der Kennlinie von Einfluß ist.

Die der Schaltung Abb. 2 entsprechenden Verbindungen der Einzelteile des Experimentiergerätes sind aus Abb. 3 ersichtlich. Der fertige Empfänger ist in den Abb. 4, 5, 6 von vorn, von hinten und schräg von oben gesehen wiedergegeben.

Liste der Einzelteile.

3 Röhrenfassungen; 3 Heizwiderstände; 1 Kopplungsvorrichtung; 2 Lur-Frequenz-Drehkondensatoren; 2 Blockkondensatoren 500 cm; 2 Hochohmwiderstände, 2 Megohm; 1 Niederfrequenztransformator 1 : 5; 1 Potentiometer; 1 Blockkondensator 1000 cm; 6 Buchsen; 2 Klemmschrauben.

Die Antenne ist nicht abgestimmt und durch etwa 5 Windungen mit der Gitterspule der ersten Röhre, die 50 Windungen zählt, gekoppelt. Ebenfalls mit der Gitterspule ist die aus etwa 40 Windungen bestehende Rückkopplungsspule ziemlich fest gekoppelt. Zur Erleichterung der Abstimmung gibt man der Anodenkreisspule der zweiten Röhre L_2 ebenfalls 50 Windungen, so daß die Stellung der beiden Drehkondensatoren für dieselbe Wellenlänge ungefähr die gleiche ist. Die Anodenspule L_1 der ersten Röhre besitzt

Es konnten mit dieser Anordnung bei Verwendung einer Zimmerantenne alle deutschen und zahlreiche außerdeutsche Sender empfangen werden.

Die Abschirmung von Spulen.

Popular Wireless 10. 1519. 1927 / Nr. 247 — 26. Februar.

Ein Vorschlag zur Abschirmung von Spulen, der mehr originell als praktisch zu sein scheint, sei kurz wiedergegeben. Es wird vorgeschlagen, um alle Einwirkungen auf die Spulen durch Wellen des Ortssenders fernzuhalten, die Spulen in Metallkästen zu setzen, die im Erdboden eingegraben sind (Abb. 1). Schwierigkeiten der langen Zu-

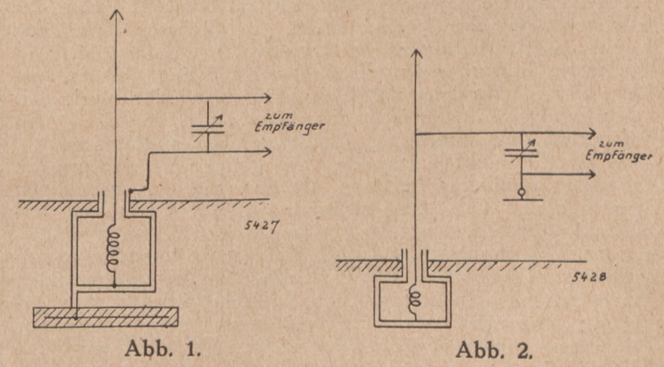


Abb. 1. Abb. 2.

leitungen bei Aufstellung des Empfängers in höheren Stockwerken sollen durch die in Abb. 2 dargestellte Anordnung behoben werden.

*

Transformatoren-Kernpakete. Welche Firma liefert Transformatoren-Kernpakete aus legiertem Eisenblech verschiedener Formen und Querschnitte fertig gestanzt?

O. Kolberg, Lehrer.

Die Beseitigung von Gleichstrommaschinenstörungen

Die Kommutatoren als Störer. — Die geerdete Kupfergewebebürste. — Vollkommen störungsfreier Empfang.

Eingehende Versuche, die auf dem Grundstück und der näheren Umgebung eines Umformerwerkes bestehenden Empfangsschwierigkeiten zu beseitigen, führten mich vor kurzem zu einer in jeder Weise befriedigenden Lösung. Es handelte sich um Störungen, die durch die Kommutatoren von Drehstrom/Gleichstrom-Einankerumformern mittlerer Leistung bei 250 Volt Spannung auf der Gleichstromseite trotz völlig funkenfreien Laufs der Maschinen in einem Maße festzustellen waren, daß selbst die Anwendung von Gegengewichten statt Erdung und Empfang mit der Rahmenantenne keine Befreiung von den gleichmäßig heftigen Kratzgeräuschen brachte, die mehr oder weniger alle Gleichstrommaschinen, Motoren oder Generatoren, den benachbarten Rundfunkhörern in die Antenne bringen dürften. Das andernorts mit gutem Erfolg angewandte Mittel, durch Einschaltung von Kondensatoren zwischen Stromabnehmer und Erde den hochfrequenten Störschwingungen einen Weg nach Erde zu bieten, konnte ich nicht versuchen.

Eine einfache Überlegung sagte mir jedoch, daß die in die Nuten des Ankerkörpers eingebettete Ankerwicklung eigentlich eine ausreichende Kapazität gegenüber dem Eisen besitzen müsse, um auf diesem Wege schon eine Ableitung der durch die Kommutierungsfunken hervorgerufenen Hochfrequenzschwingungen nach Erde herbeizuführen, da das Umformergehäuse mit einer guten Erdung in Verbindung stand. Daß diese Ableitung entgegen dieser Annahme nur unvollkommen vor sich ging, zeigten die Empfangsergebnisse, die seit Jahren bewiesen, daß den mit den Umformern im Zusammenhang stehenden Leitungsgebilden eine Störschwingung überlagert war, die die kratzenden Geräusche zeitweise weit in das Ortsnetz hineintrug und sich sogar in der Nähe der 30 000 Volt-Hochspannungsleitung in etwa 2 km Entfernung von der Umformerstation noch deutlich bemerkbar machte.

Den Störschwingungen setzt sich aber innerhalb der Maschinen auf ihrem Weg nach Erde an einer Stelle noch ein beträchtlicher Widerstand entgegen, durch den ihr vollkommenes Abfließen unterbunden wird. Das sind die L a g e r. Der zwischen den Lagerschalen und den Lagerzapfen befindliche dünne Ölfilm weist eine derartig niedrige Leitfähigkeit auf, daß nur ein kleiner Teil der Hochfrequenzenergie an diesen Stellen zur Erde gehen kann, während der wesentlichste Teil sich über das an den Umformerbürsten entspringenden Netz ausgleichen muß. Durch Messungen habe ich nachgewiesen, daß zwischen Welle und geerdetem Lagerbock Wechselspannungen von 25 Volt und mehr auftreten können, daß also der Isolationswert der Ölschicht tatsächlich recht hoch ist.

Wenn man nun den Hochfrequenzschwingungen einen widerstandsfreien Weg zur Erde bietet, was ich durch Anbringen einer auf der blanken Ankerwelle schleifenden geerdeten Kupfergewebebürste erreichte, stellt sich ein überraschender Erfolg ein: selbst in nächster Nähe der Maschinen ist vollkommen störungsfreier Empfang aller in Reichweite liegender Rundfunksender möglich! Beim Abheben der Bürste tritt das Störgeräusch wieder stark auf.

Der Erfolg ist in der Tat, besonders wenn man die große Einfachheit der Anordnung berücksichtigt, verblüffend.

Ich zweifle nicht daran, daß die gleiche Einrichtung an Maschinen ähnlicher Leistung als der, die mir zu meinen Versuchen zur Verfügung stehenden (125 bis 360 kW) angebracht, denselben Erfolg für die in der Nähe von Umformern, Dynamomaschinen und Motoren wohnenden Rundfunkhörer zeigen wird. Ob bei schlechten kommutierenden Gleichstrommaschinen kleinerer Leistung infolge der geringeren Kapazität zwischen Wicklung und Ankereisen eine ebenso einwandfreie Störbeseitigung erreicht wird, beabsichtige ich noch festzustellen.

Sollte einer der Leser des „Funk" mit Erfolg verbundene Versuche mit der von mir angegebenen Anordnung angestellt haben, so wäre ich für eine kurze Mitteilung dankbar. Ich bin gern bereit, über Einzelheiten weitere Auskunft zu erteilen. In vielen Fällen dürfte ein am Lagerschild angebrachter, mit Erde in Verbindung stehender und auf der Motorwelle zwischen Kollektor, Wickelkopf oder Riemenscheibe einerseits und Lager andererseits oder auf der vom Riemen nicht umschlungenen Seite der Riemenscheibe schleifender harter Kupferdraht schon den gewünschten Erfolg bringen. *Dipl.-Ing. R. Merkel.*

Eine gefährliche Anodenbatterie.

In Heft 12 des „Funk-Bastler" schlägt Alfred Müller vor, die Gebrauchsdauer der Anodenbatterien dadurch zu verlängern, daß man ihre Pole mit den gleichnamigen Leitungen des Gleichstromnetzes verbindet. Mit Recht macht die Schriftleitung in einer einleitenden Notiz darauf aufmerksam, daß diese Anordnung den Vorschriften des VDE nicht entspricht und daß daher dem mit Starkstromarbeiten nicht vollkommen Vertrauten von einem Versuch mit dieser Anordnung abgeraten werden muß. Tatsächlich sind die Gefahren bei dieser Anordnung noch weit größer als bei jedem anderen galvanisch gekoppelten Netzanschlußgerät. Besonders sei darauf hingewiesen, daß bei einer Umpolung des Netzes oder bei versehentlich verkehrtem Anschluß Netz- und Anodenspannung gleichgerichtet sind, sich also summieren, so daß eine lebensgefährliche Gesamtspannung von über 300 Volt auftreten würde. Da diese Überspannung bei dem hohen Widerstand der erschöpften Batterie nicht ausreicht, um die vorgeschaltete Glühlampe zum Durchbrennen zu bringen, würde die gesamte Spannung an den Klemmen des Empfängers liegen, so daß dessen vollständige Zerstörung noch die harmloseste Folge wäre. Mit Rücksicht auf diese Gefahren sollte auch der technisch erfahrene und physikalisch gründlich geschulte Bastler die Müllersche Anordnung nur als Notbehelf benutzen.

Die von A. Müller angegebene Schaltung hat den Fehler, daß die positive Netzleitung an den Pluspol der Batterie angeschlossen ist. Dies ist nicht zulässig, weil die zwischen der höchsten Abgreifung und dem Pluspol der Batterie liegenden Zellen dauernd geladen werden, was alsbald zur Stromunterbrechung durch Polarisation oder Zerstörung der fraglichen Zellen führen muß. Richtig ist es, die positive Netzleitung mit der höchsten Abgreifung zu verbinden. Aus dem gleichen Grunde darf die negative Netzleitung nur dann mit dem Minuspol der Batterie verbunden werden, wenn der Batterie keine negative Gittervorspannung entnommen wird. Sonst muß die negative Netzleitung an den Kontakt der Batterie angeschlossen werden, der mit der Heizbatterie in Verbindung steht.

A. Müller glaubt, daß die Batterie nach Entfernen des Steckers aus der Anschlußdose des Lichtnetzes noch weiter verwendbar sei, weil sie sich etwas aufgeladen hätte. Das trifft nicht zu. Trockenbatterien lassen sich überhaupt nicht aufladen. Bei der Müllerschen Anordnung muß man aber außerdem noch darauf achten, daß der dem Netz entnommene Strom nicht stärker ist als der Verbrauch des Geräts, im Falle mehrerer Anzapfungen der Batterie nicht stärker als der Strom der am wenigsten belasteten Zellen. Die Batterie darf lediglich als Pufferbatterie wirken, sonst tritt Polarisation ein. Daher muß die Stromstärke so bemessen sein, daß eine Aufladung überhaupt nicht stattfinden kann. Im Falle mehrerer Anzapfungen gilt dies natürlich für die am wenigsten belasteten Zellen zwischen den beiden höchsten Anzapfungen. Die übrigen Zellen müssen dann den Mehrstrom selbst liefern. Da dies aber gerade die Zellen sind, die auch vorher am stärksten beansprucht waren und dementsprechend stark erschöpft sind, ist die Müllersche Anordnung für Empfänger mit mehreren Anodenspannungen überhaupt nicht geeignet.

Einer übermäßig genauen Regelung der Stromstärke bedarf es übrigens nicht, es genügt durchaus, wenn der dem Netz entnommene Strom annähernd dem Ruhestrom des Gerätes entspricht. Die Spannung der Batterie ändert sich dann selbsttätig in dem Sinne, daß die Batterie in kurzer Zeit stromlos wird (Spannungskompensation).

Daß die Batterie, obwohl die Reaktionen irreversibel sind, trotzdem eine Pufferwirkung ausüben kann (also abwechselnd ge- und entladen wird), erklärt sich durch die außerordentlich geringe Elektrizitätsmenge und kurze Zeitdauer der einzelnen Halbwellen des dem Ruhestrom überlagerten Wechselstroms. *J. M. Schmierer.*



Selbstbau eines Lautsprechers

Von

Hanns Funkler.

Ein rechter Bastler gibt sich nicht damit zufrieden, die Leistung eines Funkgerätes zu bewundern, sondern er will wissen, wie sie zustande kommt. Er untersucht alles, um den inneren Aufbau eines jeden Teiles zu erkennen und sein

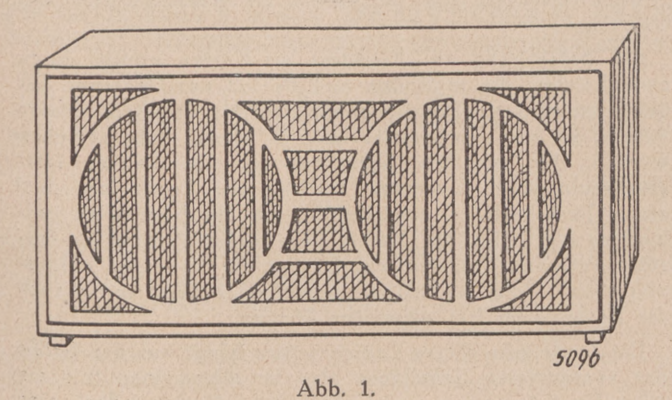


Abb. 1.

Arbeiten zu verstehen. Bei einer Untersuchung eines ausgezeichneten käuflichen Lautsprechers fand ich, daß er sich sehr gut zum Selbstbau eignet.

Im folgenden sei der Aufbau des von mir nachgebauten Lautsprechers beschrieben, den die Abb. 1 zeigt. Es ist kein trichterloser Lautsprecher, da er einen schallverstärkenden Trichter besitzt, der allerdings in einem Holzkasten eingebaut ist. Durch den Einbau wird eine gefälligere Form erzielt und ferner eine Veredelung des Tones infolge der Resonanzwirkung des Holzes.

Dieser Trichter bildet den Hauptteil des ganzen Lautsprechers und von seinem Gelingen hängt das gute Arbeiten des Gerätes ab. Die Herstellung ist aber denkbar einfach und mit einiger Geschicklichkeit gelingt das Werk sicher.

In sinnreicher Anordnung sind zwei Platten umeinandergewickelt, wodurch eine doppelte Schnecke entsteht, die vorn in einen Trichtermund ausläuft. Abb. 2 zeigt deutlich diese Anordnung und enthält die notwendigen Maße. Wie zu ersehen, beträgt der Abstand der Platten an der Tonzuführungsstelle nur 6 mm, um dann langsam, aber stetig, zuzunehmen. Zu beiden Seiten dieser Schnecke befindet sich eine Abdeckplatte, da sonst der Schall nicht den Weg durch diese einschlagen, sondern seitlich ausweichen würde.

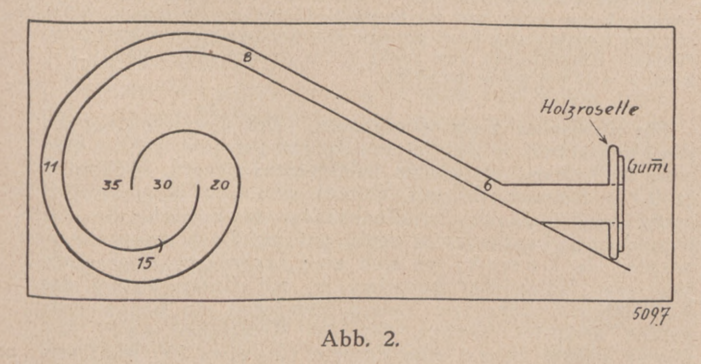


Abb. 2.

Als Baumaterial wird starke Pappe von 2 mm Stärke benutzt.

Zuerst werden die beiden Abdeckplatten hergerichtet und darauf die Trichterform genau eingezeichnet. Hierdurch ergibt sich die Länge der zur Schnecke zu wickelnden Pappe, die nun zugeschnitten und gewickelt wird. Ihre Höhe beträgt 16 cm. Beim Zurichten der äußeren Platte ist zu beachten, daß die Tonführung beim Beginn des geraden Teiles der inneren Platte spitz zuläuft um dann in ein Rohr zu endigen, auf das später eine Holzrosette aufgesetzt wird. Da bei der Verjüngung die seitlichen Abdeckplatten verlassen werden, muß die Platte von hier ab einmal nach

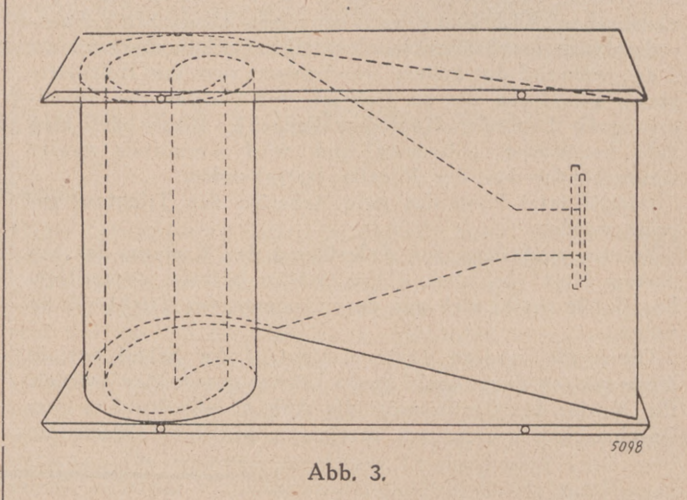


Abb. 3.

innen und einmal nach außen geknickt werden. Hierdurch wird der Abstand von der inneren Platte erzielt. Die Breite des Falzes richtet sich nach dem geforderten Abstand, beträgt also am breiten Ende 8 mm, am schmalen 6 mm. Eine andere Möglichkeit ist die, daß man 1 cm breite Holzleisten entsprechender Stärke anfertigt, wodurch die etwas mühsame Arbeit des Kniffens der starken Pappe gespart wird.

Das Zusammensetzen der Teile erfolgt in der Weise, daß

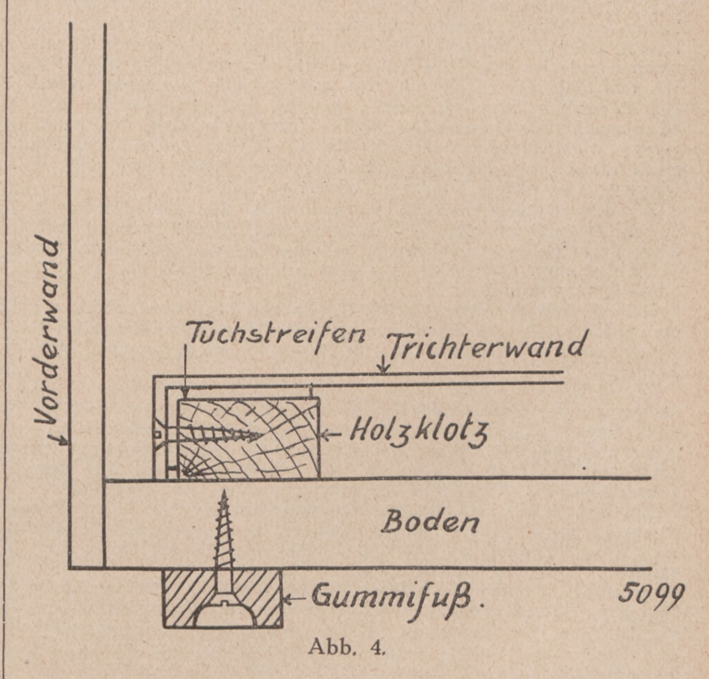


Abb. 4.

man Stecknadeln zum Halten durch Abdeck- und Schneckenplatten treibt und mit Tischlerleim nachleimt.

Vor allem ist darauf zu achten, daß die Verbindung überall luftdicht ist, da sonst der Schall seinen Weg durch diese Ritzen nehmen könnte, wodurch die Trichterwirkung illusorisch wird.

Ist der Zusammenbau beendet, so wird aus Blech eine Röhre gebogen, die den Abschluß des Trichters bildet und

zur Verbindung mit der Schalldose dient. Diese Röhre wird an dem dem Trichter zugewendeten Ende abgeschrägt, während auch die äußere Trichterplatte an der Verbindungsstelle eine Art kreisförmigen Ausschnitt erhält, so daß Trichterende und Blechröhre gleichmäßig ineinander übergehen. Die Verbindung selbst erfolgt durch kleine Nasen am Blechrohr, die in die Pappe gedrückt werden. Dann wird die Verbindungsstelle gleichfalls gut mit Leim befestigt und gedichtet. Auf das Rohr kommt nun eine Holzplatte, die mit einem Gummiring versehen wird. Dieser dient zur akustischen Abdichtung und kann aus einem alten Fahrradschlauch geschnitten werden. Der Lochdurchmesser sei 2 cm, während der äußere Durchmesser dem der Holzplatte gleich sein kann, die so groß ist, daß sie den zur Schallerzeugung dienenden Kopfhörer bedeckt. Dieser muß eine gute Lautstärke aufweisen und wird vermittels zweier Gummibänder vor der Rosette festgebunden.

Bereits jetzt kann das gute Arbeiten des Trichters geprüft werden.

Zuletzt wird dann zur Anfertigung des Kastens, der aus hartem Holz von etwa 4 mm Stärke besteht, geschritten. Die Größe ergibt sich aus dem Umfange des Trichters von selbst.

Durch die vordere Kastenplatte tritt der Schall aus; in diese müssen daher recht große Löcher geschnitten werden. Ein Muster des Geräts zeigt die Abb. 1, jedoch sei es dem Geschmack des einzelnen überlassen, selbst ein Muster zu entwerfen. Die Hauptsache ist, daß möglichst wenig Holzfläche das Austreten des Schalles hindert. Ist das Muster ausgesägt und das Polieren erledigt, wird die Rückseite dieses Brettchens mit dünnem Stoff, am besten, Japanseide, bedeckt.

Um dem Kasten ein gutes Aussehen zu verleihen, kann man ihn farbig beizen und mit Wachs nachreiben. Die Kanten werden zweckmäßig mit käuflichen schwarzlackierten Winkelleisten verkleidet. Vier Gummifüßchen lassen den Boden freistehen und verhindern ein Verschrammen der Unterlage.

Die Befestigung des Trichters im Kasten erfolgt durch zwei Leisten, die in Boden und Deckel des Gehäuses angebracht werden. Die Abdeckplatten des Trichters müssen vorher an der Vorderseite mit je einem Falz versehen werden, der mit drei Schrauben an den Leisten festgeschraubt wird. Zwischen Trichter und Leiste lege man einen Tuch- oder Gummistreifen, um ein Klirren zu verhindern (vgl. Abb. 4). Durch diese Befestigungsweise entsteht zwischen Trichter und Kasten ein Luftzwischenraum von etwa 15 mm, so daß der schwebende Trichter als auch die Kastenwand frei schwingen können.

Die Lautstärke dieses Lautsprechers hängt von der Größe der verwendeten Schalldose ab. Im allgemeinen tuts ein guter Kopfhörer; wer viel Geld hat, kauft sich jedoch eine Grammophon- oder Lautsprecherschalldose.

BRIEFE AN DEN „FUNK-BASTLER"

Die Berechnung von Widerstandsverstärkern.

Berlin-Baumschulenweg, 20. April.

In Heft 15 des „Funk-Bastler" schreibt H. L. Dernen einiges über Widerstandsverstärker. Da aber die von ihm geäußerten Ansichten geeignet sind, Unklarheiten hervorzurufen, seien mir ein paar berichtigende Worte gestattet.

H. L. Dernen scheint die von ihm angeführte Literatur in bezug auf Widerstandsverstärker zum Teil mißverstanden zu haben, sonst könnte er kaum behaupten, die Arbeiten A. Forstmanns und Dr. Seidels seien unvollständig und nicht objektiv. Ich empfehle H. L. Dernen die Lektüre der Forstmannschen Ausführungen im Jahrbuch[1]), welche als grundlegend und wissenschaftlich anzusehen sind. Außerdem sind die praktischen Schlußfolgerungen, die H. L. Dernen vermißt, durch ganz unabhängig durchgeführte Untersuchungen von Dr. H. F. Mayer[2]) in vollem Umfange bestätigt worden.

Zu den Untersuchungen v. Ardennes, die von diesem in einem Aufsatz in der E. T. Z. zusammengefaßt wurden, soll hier nicht Stellung genommen werden, denn sie sind von mir in genügendem Umfange in einem anderen Hefte der E. T. Z. beleuchtet worden.

Zu den Ausführungen von H. L. Dernen über die Arbeit von Dr. Seidel stelle ich nochmals fest: Die Frequenzabhängigkeit wächst mit der Anzahl der Systeme in geometrischer Progression.

Wenn H. L. Dernen ferner glaubt, die logarithmische Darstellung gäbe ein falsches Bild, so ist dies ein Irrtum; die von ihm vorgeschlagene Vernachlässigung der Frequenzen von f = 10—100 würde eine eine totale Unterdrückung der Baßtöne bedeuten, ungefähr so, als wollte man auf dem Klavier alle Tasten links von dem Ton f = 100 festnageln.

Die Größe der Übertragungskondensatoren ist, wie aus den Formeln von A. Forstmann und H. F. Mayer hervorgeht, funktionell abhängig von der Größe des Gitterableitewiderstandes, für sich allein also überhaupt nicht bestimmbar. Man wählt aber zweckmäßig niedrige Gitterableitwiderstände und hohe Übertragerkapazitäten (in den Rundfunkmikrophonverstärkern, bei denen es ja auf große Verzerrungsfreiheit ankommt, verwendet man Übertragungskondensatoren von 0,1 μF und Gitterableitewiderstände von etwa $5 \cdot 10^5\ \Omega$), weil einmal Skineffekte und andererseits der Einfluß auf die Isolationszustände der Anordnung bei großen Gitterableitewiderständen sehr leicht zu Störungen führen können. Für Rundfunkempfänger genügen Kondensatoren von 5000 bis 10 000 cm und Ableitungswiderstände von etwa 2 Megohm. Die Berücksichtigung der Zeitkonstanten (Abklingzeiten), deren Einfluß natürlich längst bekannt sind, ist nicht nur von v. Ardenne, sondern auch von den anderen Herren erfolgt.

O. v. Malotki.

[1]) A. Forstmann: Über die Verstärkung von im Hörbereich liegenden Schwingungen mit Widerstandsverstärkern. Jahrb. f. dr. Teleph. u. Telegr., Bd. 29, Heft 5.

[2]) Dr. H. F. Mayer: Über verzerrungsfreie Niederfrequenz-Widerstandsverstärkung. E. T. Z. Jahrg. 48, Heft 1, S. 10.

*

Welchen Reise-Empfänger wähle ich?

Gotha, Anfang April.

Ich möchte mir einen Kofferempfänger für Rahmen- oder Behelfsantennenempfang unter Verwendung von Doppelgitterröhren bauen. Der Empfänger soll bei Ausflügen Verwendung finden und leicht im Rucksack oder auf dem Fahrrad mitgenommen werden können. Er soll ausreichend lautstarken Kopfhörerempfang für mehrere Kopfhörer (2 bis 3) geben, eingebaute Röhren und Batterien (2 Volt-Akkumulator [Zelluloidwand und Glaswolle] und Trockenelemente als Anodenbatterie [F. B. F. 9 Volt-Batterie oder zwei Taschenlampenbatterien]) besitzen. Große Selektivität ist erwünscht, aber nicht unbedingt erforderlich.

Um nicht durch unnötige Beschaffung von Einzelteilen und ewiges Laborieren das zu bauende Gerät zu verteuern, bitte ich um Empfehlung bzw. genaue Beschreibung eines leistungsfähigen Empfängers von nicht allzu großen Ausmaßen. Unkosten will ich gern vergüten.

A. Cgo.

*

Ein sibirischer Kurzwellensender. Den Fortschritten, die die Funktechnik in den letzten Jahren gemacht hat, ist man auch in Rußland mit großen Schritten nachgeeilt. In Sibirien (z. B. in Novosibirsk und Tomsk) sind seit längerer Zeit recht leistungsfähige Rundfunksender in Betrieb, die das ausgedehnte Landesgebiet recht gut mit Darbietungen versorgen. In Tomsk, wo sich eine Technische Hochschule und eine Universität befinden, ist mit Unterstützung des Radiolaboratoriums von Nishnij Nowgorod ein Kurzwellensender errichtet worden, der das Rufzeichen r a 19 hat. Dieser Sender besitzt eine Energie von etwa 300 Watt und arbeitet täglich von 6 bis 7 Uhr nachmittags (M. E. Z.) auf der Welle 37 m mit der Ankündigung: c q für d x, q s o. Die mit dem Sender erzielten Ergebnisse waren recht günstig, so ist er z. B. mit mehreren Stationen in Neuseeland, Südafrika, auch in Italien, Frankreich und anderen europäischen Ländern in Verkehr getreten. Am besten sind die Versuche bisher mit Neuseeland ausgefallen.

Verantwortl. Hauptschriftleiter: Ludwig Kapeller, Berlin-Schöneberg. — Druck: Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68
Zuschriften an die Schriftleitung (Manuskripte, Anfragen usw.) nur nach Berlin SW 68, Kochstr. 4. Fernruf: Hasenheide 2495.
Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 883 78. Sonderkonto „Funk".